

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

УДК 621-383 621.315.592-4

№ госрегистрации

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке

\_\_\_\_\_ В.В. Кружаев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

## **ОТЧЕТ О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

по теме

Технические решения для конструкций дозиметрических устройств

Этап 5

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРАКТ № 14.740.11.0070 от 06.09.2010  
на выполнение научно-исследовательских работ

Руководитель,  
профессор, д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

И.А. Вайнштейн

Екатеринбург 2012

## **Список исполнителей**

## Содержание

Обозначения и сокращения	4
1. Общие данные об объекте исследования	5
1.1 Начало и окончание работы	5
1.2. Назначение, область применения, краткое описание объекта	5
2. Основная (аналитическая часть)	6
Заключение	25
Приложение А (Задание, календарный план)	27
Приложение Б (Регламент поиска)	29
Приложение В (Отчет о поиске)	31
Патентные материалы	32
Непатентные источники	45

## Обозначения и сокращения

нм – нанометр

МПК – Международная патентная классификация

НДА – нанодисперсный алмаз

ОСЛ – оптически стимулированная люминесценция

ТЛД – термолюминесцентная дозиметрия

ТСЛ – термически стимулированная люминесценция

УДА – ультрадисперсный алмаз

УДК – Универсальная десятичная классификация

УФ – ультрафиолетовый

ФЭУ – фотоумножитель

AlN – нитрид алюминия

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – оксид алюминия

BN – нитрид бора

C – углерод

Eu – европий

SiO<sub>2</sub> – оксид кремния

## **1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **1.1. Начало и окончание работы**

#### **Этап 1. Проведение патентных исследований**

- Начало работы: 10.01.2012г.
- Окончание работы: \_\_.\_\_.2012г.

### **1.2. Назначение, область применения, краткое описание объекта**

Объектами исследования являются конструкции дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных наноматериалах. Области использования – персональная накопительная дозиметрия, клиническая дозиметрия, космическое пространство.

## 2. ОСНОВНАЯ (АНАЛИТИЧЕСКАЯ) ЧАСТЬ

Патентный поиск по конструкциям дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах проведен в соответствии с регламентом в автоматизированных системах поиска ФГУ ФИПС Роспатента, Российского сервера международной патентной информации esp@cenet, патентного ведомства США и Google с использованием терминологии области поиска и групп международной патентной классификации МПК(8): G01T1/10–11 (люминесцентные и термолюминесцентные дозиметры), G01N21/62–63 и G01N21/71 (исследование материалов с использованием инфракрасных, видимых или ультрафиолетовых лучей), G01N 23/00 – 02 (исследование или анализ материалов радиационными методами, например с помощью рентгеновского, нейтронного излучения).

При поиске выявлено 74 патентных документа и 39 непатентных документов.

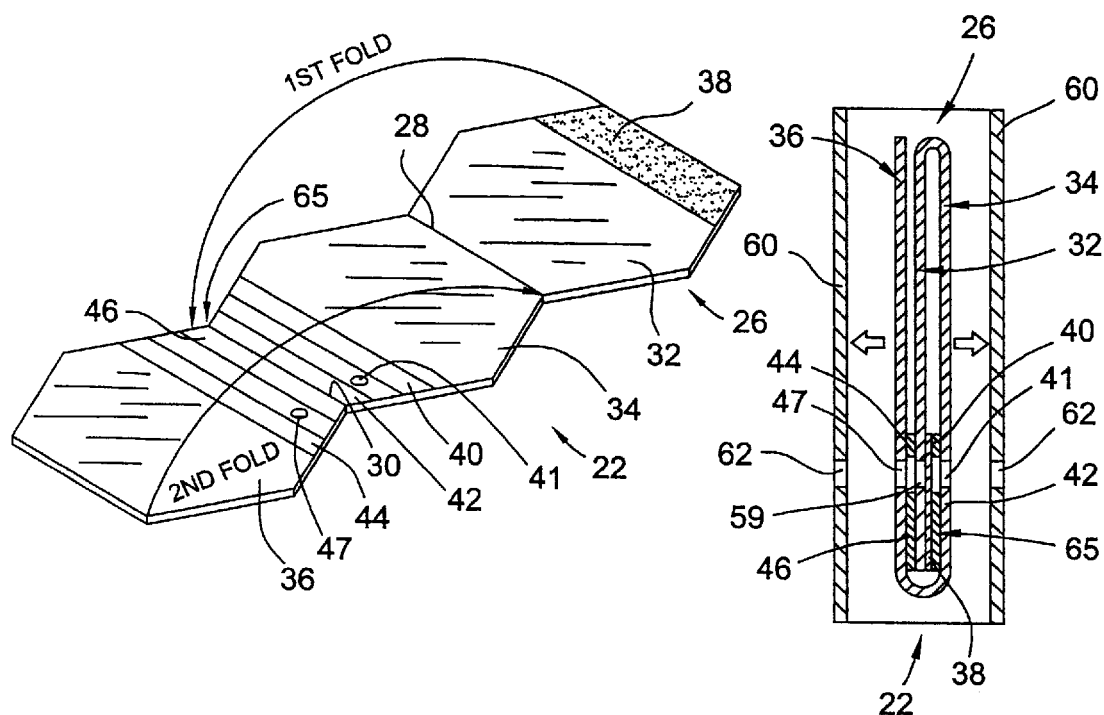
Библиографические данные с наименованиями отобранных для анализа документов приведены в Приложении В.

Стимулированная люминесценция находит применение в различных областях радиационной дозиметрии, включая персональный контроль, экологический мониторинг, ретроспективная дозиметрия, космическая дозиметрия. В дополнение к ранее проведенному поиску [1], отмечено продолжение разработок и исследований в области дозиметрии с использованием твердотельных детекторных материалов методами термически и оптически стимулированной люминесценции.

В монографии [2] “Optically Stimulated Luminescence Dosimetry” обобщены основные достижения в области оптически стимулированной (ОСЛ) дозиметрии. Рассмотрены различные режимы стимуляции (непрерывный, импульсный, линейный) и свойства синтетических материалов ОСЛ, включая легированную окись алюминия  $Al_2O_3$ , и другие, менее хорошо изученные материалы. Описаны использование ОСЛ в персональной, экологической, медицинской дозиметрии, в геологии и ретроспективной дозиметрии, а также применяемое оборудование. Один из авторов монографии, S.W.S. McKeever, обсуждает вопросы ОСЛ дозиметрии в материалах [3, 4, 19].

В мире известны дозиметры различных конструкций. Например, в патенте США 6198108 предложена складная конструкция дозиметрического устройства, представляющая собой, в частности, расположенные на бумажной

ленте три дозиметрических элемента (32, 34 и 36), на которых располагаются накопители дозы и/или фильтрующие радиацию участки (Фиг.1).



Фиг.1

В сложенном виде (линии сгиба 28 и 30) один из дозиметрических элементов расположен между двумя другими дозиметрическими элементами (22). Обеспечивается серийное изготовление тонкого и легкого дозиметрического устройства.

Известны бельгийские персональные дозиметры [5], показанные на фиг.2.



Фиг.2

Люминофор запаян в стеклянный баллон вместе с нагревательной спиралью, электроды которой выведены наружу. Баллон помещается в металлический или

пластмассовый футляр, имеющий приспособление для карманного ношения. Для измерения дозы стеклянный баллон своими электродами вставляется в измерительное устройство, в котором происходят нагрев люминофора путём пропускания электрического тока через нагревательную спираль и измерение интенсивности свечения термолюминесценции. Вся процедура измерения занимает несколько минут. После необходимого прогрева дозиметр снова готов к работе.

Известен [6] российский дозиметр индивидуальный ДКС-АТ3509В, показанный на фиг.3. Это современный микропроцессорный широкодиапа-



Фиг.3

зонный точный прибор для контроля индивидуальной эквивалентной дозы  $H_p(10)$ ,  $H_p(0,07)$  и мощности дозы непрерывного рентгеновского и гамма-излучения. Совместно с устройством считывания, подключаемым к ПЭВМ, обеспечивает создание эффективно действующей системы автоматизированного контроля дозовых нагрузок на персонал.

Разработки по теме поиска ведутся в УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, Екатеринбург). В частности, предложено устройство для определения поглощенной дозы бета-излучения в термолюминесцентном детекторе на основе анионо-дефектного монокристалла оксида алюминия (патент РФ № 2378666), включающее (фиг.4) детектор на основе анионо-дефектного монокристалла оксида алюминия

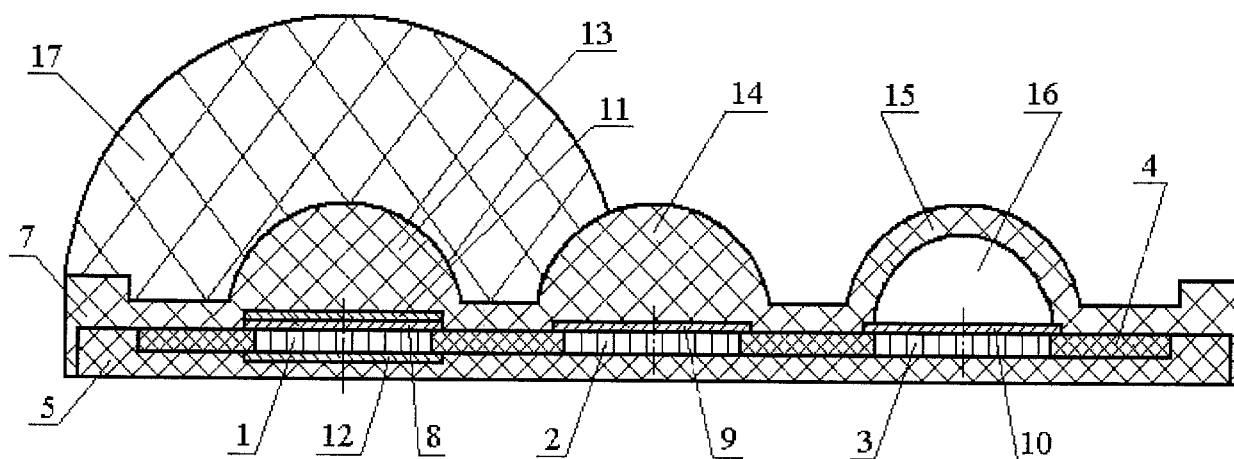




Фиг.4

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ , блок 2 нагрева указанного детектора 1, блок 3 регистрации термолюминесцентного свечения и блок 6 оценки поглощенной дозы. Между блоком 3 регистрации и детектором 1 на пути распространения регистрируемого термолюминесцентного свечения 7 расположен фильтр 8 выделения длин волн. Фильтр 8 обеспечивает выделение длин волн только в пределах диапазона от 500 до 570 нм (свечение 9). Обеспечивается увеличение верхней границы линейного диапазона дозовой зависимости и повышение точности оценки поглощенной дозы -излучения.

В патенте РФ на полезную модель 111688 предложен термолюминесцентный дозиметр (фиг.5) для контроля поглощенной дозы

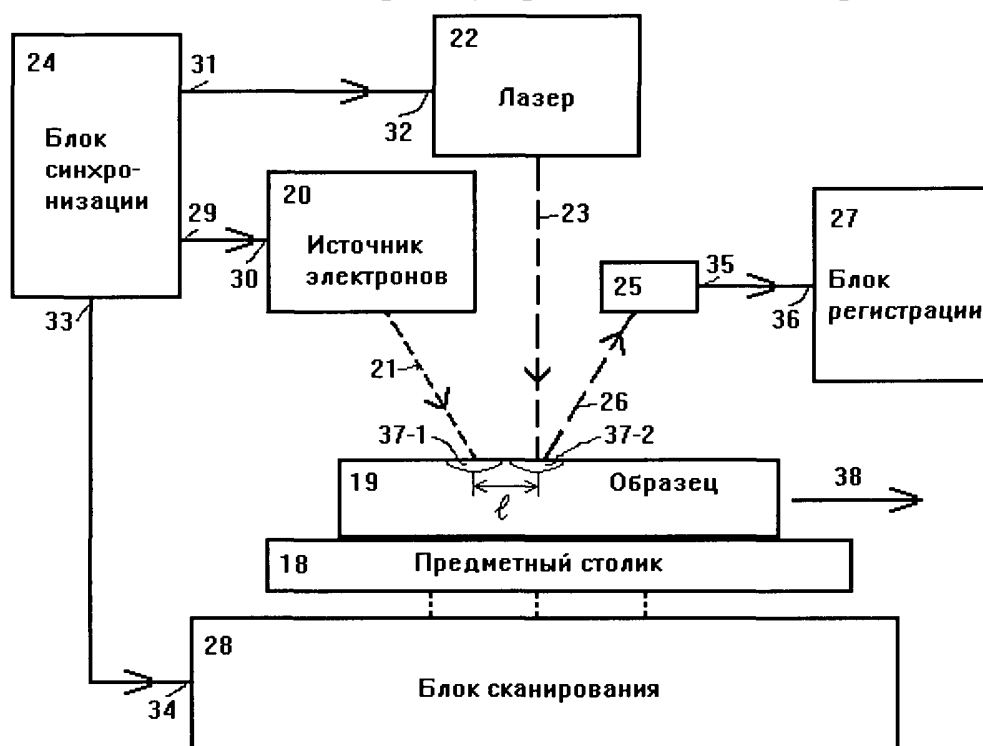


Фиг.5

в смешанных полях нейтронного излучения, бета- и гамма-излучений, включающий три плоских детектора (1, 2, 3), выполненных из термолюминесцентного материала, в частности, из допированного углеродом альфа-оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$  (анион-дефектного корунда ТЛД-500К, ТУ 2655-006-02069208-95) в виде таблеток, закрепленных в сквозных отверстиях алюминиевой карты 4. Термолюминесцентный дозиметр имеет крышку 7, на

внутренней поверхности которой закреплены фильтры 8, 9, 10 и 11, расположенные так, что в собранном дозиметре они находятся над детекторами 1, 2 и 3. Выравнивающие фильтры 8, 9 и 10 выполнены из меди. Фильтр 8 расположен над первым детектором 1, фильтр 9 - над вторым детектором 2, а фильтр 10 - над третьим детектором 3. Фильтр 11 выполнен из кадмия и расположен над фильтром 10 и первым детектором 1. Кроме того, в основании 5 закреплен еще один фильтр 12 из кадмия, расположенный под первым детектором 1. Обеспечивается расширение области использования и функциональных возможностей устройства.

Известны созданные в УрФУ (НОЦ) способ и устройство для исследования люминесцентных свойств материала с пространственным микро- или наномасштабным разрешением (патент РФ 2435157 и заявка РФ 2010118787). Показанное на фиг.6 устройство включает предметный столик 18



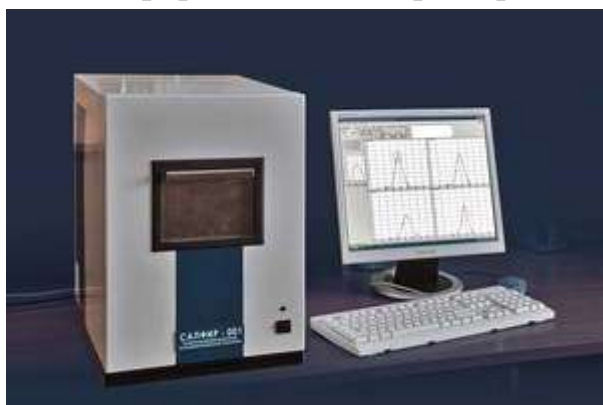
Фиг.6

для размещения образца 19 исследуемого материала, источник 20 пучка электронов 21, источник 22 лазерного излучения 23, блок синхронизации 24, детектор 25 люминесценции 26 с блоком 27 регистрации люминесценции 26, возбуждаемой лазерным излучением 23. Предметный столик 18 размещен на блоке сканирования 28, осуществляющем функцию перемещения предметного столика 18 с образцом 19 исследуемого материала для обеспечения соответствующего перемещения пучка электронов 21 и лазерного излучения 22

по образцу материала 19. В качестве детектора 25 может быть использован спектрально разрешаемый фотоприемник, в качестве блока 27 регистрации может быть использован компьютер с устройством преобразования сигнала детектора 25. Технический результат - повышение точности отождествления результатов люминесценции с конкретной областью образца, обеспечение экспрессности исследования, расширение возможности исследования люминесценции в материалах.

В НОЦ УрФУ также созданы устройство и способ для определения поглощенной дозы  $\beta$ -излучения в твердотельном термолюминесцентном детекторе в виде монокристаллического нитрида алюминия AlN, обеспечивающие расширенный диапазон линейности дозовой зависимости и соответствующее повышение точности оценки поглощенной дозы (заявки РФ 2011132176 и 2011132177).

На кафедре ФМПК УрФУ создан автоматизированный дозиметрический комплекс Сапфир-001 для контроля радиационных полей (фиг.7).



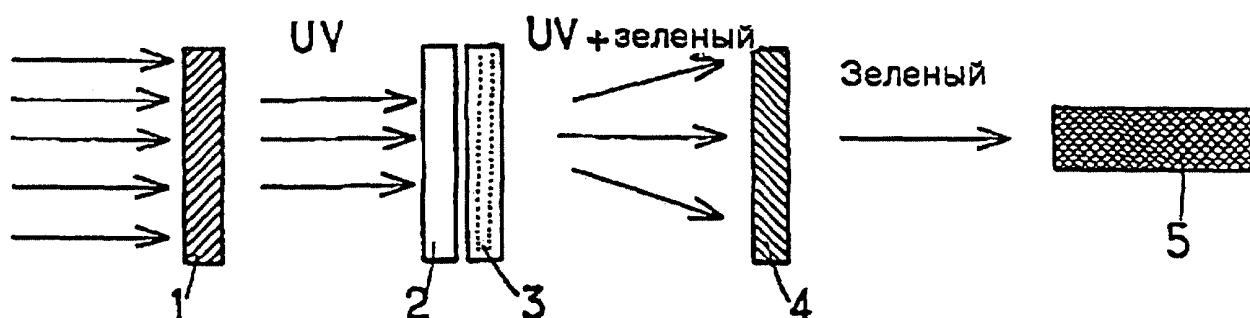
Фиг.7

Комплекс Сапфир-001 [7] зарегистрирован в государственном реестре средств измерений и допущен к применению на территории российской федерации. комплекс используется для индивидуального дозиметрического контроля персонала атомных электростанций и предприятий, рентгеновских лабораторий, в отделениях лучевой терапии онкологических центров. преимуществами комплекса сапфир-001 являются возможность измерения доз в смешанных радиационных полях; высокая чувствительность, в десятки раз превышающая зарубежные аналоги; унификация измерительных процедур.

Детектирование света в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне (длина волны меньше 400 нм) имеет широкий спектр коммерческих и военных применений, Коммерческие применения включают в себя датчики пламени и нагрева, стерилизация в медицине, приборы для измерения биодоз УФ, диагностика

плазмы, мониторинг двигателей. К военным применениям относятся детектирование следов от двигателей ракет, наведение ракет, детектирование биологических и химических веществ, закрытая связь между искусственными спутниками (УФ лучи не проникают сквозь озоновый слой земной атмосферы), системы связи с подводными лодками. Нитриды алюминия (AlN) и бора (BN) используются в ультрафиолетовом диапазоне длин волн. Свойства AlN приведены, например, в источнике [8]. Использование AlN и BN в качестве керамической подложки светодиодов описано в патенте США 7279724. Полупроводниковая структура на основе BN, AlN и других соединений, используемая в виде многоволнового диода, излучающего или поглощающего определенное число длин световых волн, опубликована в заявке РФ 2006130967. Керамика на основе AlN и способ ее производства отражены в патентах США 6690103, 5955148 и 5677052. В международной заявке WO/2006/011542 представлен фосфор на основе AlN и метод его изготовления, имеющий пик светового излучения в диапазоне от 580 до 680 нм, эффективный для возбуждения в широком диапазоне волн: от 250 до 550 нм.

Известны результаты разработок и исследований по дозиметрии ультрафиолетового (УФ) излучения. Например, в описании к патенту РФ 2168716 показаны сенсор УФ излучения, имеющего спектральный отклик, близкий к чувствительности человеческой кожи в интервале от 280 до 400 нм, дозиметр для ультрафиолетового излучения с фотодетектором и фотолюминесцентное стекло для их изготовления. Технический результат – повышение чувствительности. Сенсор УФ излучения (фиг.8) состоит из пластинки 3 фотолюминесцентного стекла, которая преобразует падающее



Фиг.8

ультрафиолетовое излучение в видимый свет, цветных фильтров (1, 2, 4) и фотодетектора 5. Функция фильтров состоит в фильтрации УФ и видимого излучения и в коррекции спектрального отклика сенсора, чтобы он совпал с эритемным спектром действия. Фотолюминесцентное стекло пластинки 3 имеет в своем составе основные оксиды стекла, включая  $P_2O_5$ , и легирующие оксиды  $Tb_2O_3$  и  $Ce_2O_3$ .

В международной заявке WO2012016316 описан дозиметр для УФ радиации, изготавливаемый в виде печатаемого с помощью принтера на носителе чувствительного к УФ вещества, используемого в принтере вместо чернил. Накопленная доза может быть прочитана с помощью считывающего устройства, измеряющего интенсивность люминесценции в диапазоне длин волн, соответствующих характерной эмиссии используемого вещества. Напечатанное основание может содержать область, защищенную от радиационного облучения, которая используется, чтобы оценить дозу УФ радиации. Относительное измерение может быть преобразовано в дозу. В случае использования вещества, которое изменяет цвет согласно УФ полученной дозе, чтение дозы может быть визуальным, качественным, путем сравнения цветов облученной и защищенной областей, или количественным, путем размещения основания в соответствующее считывающее устройство.

В статье [9] приведены результаты изучения внутренней фотостимулированной термолюминесценции в диапазоне 200-320 нм и результаты излучения для диапазона 200-425 нм изучены в люминофоре  $Al_2O_3(Si, Ti)$  для использования в дозиметре УФ излучения. В статье [10] обсуждаются свойства термически стимулированной люминесценции (ТСЛ) и оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) из керамического материала  $AlN-Y_2O_3$  после воздействия УФ излучения. Дозиметрический материал  $Al_2O_3:C$  был использован для сравнительных измерений. Обсуждается возможность использования  $AlN-Y_2O_3$  для дозиметрии УФ.

В патенте США 5776368 предлагается способ получения боратного фосфора, где, в частности в качестве источника бора используется нитрид бора. В заявке РФ 94032296 предлагается способ получения керамических изделий на основе нитрида бора. Турбострастный порошок BN термообрабатывается, чтобы снизить содержание в нем кислорода до 5-8%(мезографитный BN), термообработанный порошок отмывают, смешивают с 5-50% тонкодисперсного металлического порошка, смеси придают нужную форму, заготовка спрессовывается взрывом в гидродинамической установке и подвергается реакционному спеканию. Изделие затем помещается в

порошковую смесь BN и SiC и термически обрабатывается для абсорбирования остаточного  $B_2O_3$ . После этого изделие пропитывается низковязкими олигомерами ( $M < 1000$ ) метилсиланов, имеющими высокий выход SiC при пиролизе, и изделие термообрабатывается, чтобы поры заполнились SiC равномерно по всей толщине изделия. Могут быть получены керамические изделия, такие как муфты, тигли и высокотемпературные, электротехнические или структурные компоненты, которые легко могут иметь толщину 20 мм и более. Изобретение может применяться с использованием сравнительно недорогого сырья, обычного оборудования и не требует слишком высоких температур.

Известно использование алмаза в качестве рабочего вещества для изготовления термолюминесцентного детектора ионизирующего излучения. В частности, в патенте РФ 2408900 предложено такое рабочее вещество, включающее нанодисперсный порошок алмаза (НДА) с размером частиц около 5 нм, порошок материала на основе  $SiO_2$ , размельченный до крупности менее 0,08 мм, и силикатный клей в качестве связующего двух материалов. Синтез композитного рабочего вещества проводят путем смешивания  $SiO_2$  и НДА в пропорциях, масс. %: ультрадисперсный порошок алмаза с размером частиц около 5 нм – 25-65,  $SiO_2$  – 25-65. В заявке на изобретение РФ 2001108327 предлагается способ регистрации ионизирующего излучения с использованием алмаза в качестве термолюминесцентного регистрирующего материала, включающий облучение алмаза и регистрацию ионизирующего излучения при нагреве, отличающийся тем, что алмаз используют в ультрадисперсной форме. Способ отличается также тем, что используют ультрадисперсный алмаз (УДА) с размером частиц 30-40 Å, полученный детонационным способом с выделением основной алмазной фракции из углеродной шихты. Кроме того, способ отличается тем, что перед облучением выполняют предварительный отжиг УДА. Известны также (заявка РФ 94046407) способ и устройство для обнаружения алмазов в образце горной породы. Способ основан на измельчении образца породы, размещении слоя частиц породы на подложке, облучении частиц рентгеновскими лучами, регистрации рентгеновского излучения, пропущенного слоем частиц и обнаружении алмазных частиц за счет их более высокой прозрачности для рентгеновских лучей по сравнению с остальными частицами.

Авторами патента США 7902495 предлагается использование сцинтилляционного детектора излучения для определения количества излучения в нефтяной промышленности, а именно, в скважинах, где

проблемами являются высокая температура среды и повышенная вибрация, влияющая на целостность интерфейсов между компонентами.

В пилотируемых космических полетах человеку приходится сталкиваться с космической радиацией. В докладе [11] отмечается наличие имеющейся задачи упрощения личного контроля радиационной обстановки. В докладе анализируется вклад в облучение космонавтов трех основных видов излучений: захваченных протонов, продуктов распада звезд и нейтронов. Должны быть тщательно оценены необходимые компромиссы относительно точности и законченности измерений. Обсуждены возможные пути и средства для системы ограниченной дозиметрии, которая сделала бы запись только определенных параметров и установила бы суммарную дозу, эквивалентную из известных особенностей радиационной области. В сообщении [12] рассмотрены принципы и аппаратура для исследования действия космических лучей, нейтронов, электронов и гамма-излучения. В материале [13] приводятся результаты исследования различных компонентов поля излучения в пространстве и определения суммарной дозы миссии при полетах астронавтов на корабле Apollo XI. Использование радиационных датчиков на низкоземной орбите видов  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  с (ОСЛ) и  $\text{LiF}:\text{Mg}$ ,  $\text{Ti}$  и  $\text{CaF}_2:\text{Tm}$  (ТЛ) описано в статье [14].

Патентом США 6087666 защищена ОСЛ система дозиметрии для удаленного мониторинга радиационных источников. Стимулированная люминесценция передается от дозиметра к датчику с помощью волоконно-оптического кабеля. Удаленный мониторинг в реальном времени для обнаружения радиации с энергией, близкой к человеческой ткани, с фильтрами для разделения различных видов излучения (гамма, бета, нейтроны), обеспечивается устройством по европейской заявке EP1273931 (патент США 6998632).

В патенте США 6936830 предложена ОСЛ система и метод оценки радиационного воздействия при радиотерапевтических процедурах в режиме реального времени или близком к реальному времени, также с использованием удаленного мониторинга. Расчетная оценка мощности дозы излучения может производиться путем сравнения значений, измеренных во время и после освещения дозиметра лазерным светом определенной частоты. Периодическая стимуляция может производиться в процессе непрерывного облучения. Для расчета может использоваться амплитуда переходного сигнала ОСЛ во время периодической стимуляции. В других вариантах используется разница между интенсивностью ОСЛ в конце одного периода стимуляции и в начале

следующего или постоянная времени возвращения переходного сигнала ОСЛ к равновесию при периодической стимуляции или после изменения дозы.

В международной заявке WO2010064594 (заявка США US20110253899) раскрыто дозиметрическое устройство для определения трехмерного распределения дозы радиации. Термолюминесцентное устройство состоит из множества наложенных друг на друга термолюминесцентных пластин на основе тетрабората лития, допированного марганцем. Эффективный атомный номер тетрабората лития составляет около 7.24, а эффективный атомный номер мышечной ткани человеческого тела равен 7.42. Устройство предназначено для проверки, главным образом, действия излучения на организм человека в лучевой терапии.

В патенте Нидерландов NL1001913 описан интегральный детектор для измерения гамма-излучения низкого уровня, который включает по меньшей мере два термолюминесцентных дозиметра. Один дозиметр защищен от источника излучения для измерения естественного фона, а второй измеряет излучения фона и источника. Так определяется искомый уровень излучения источника.

Исследованиями и разработками в области использования твердотельных детекторных наноматериалов известен автор из США Mark Akselrod. Выявленные 15 патентов и патентных заявок этого автора можно разделить на четыре группы:

1. способы измерения поглощенной дозы ТЛ или ОСЛ методами;
2. способы измерения поглощенной дозы ОСЛ методом;
3. способы измерения поглощенной дозы ОСЛ методом с определением пространственного распределения дозы;
4. материал на основе оксида алюминия для оптического хранения данных, способы и установки для записи, чтения и стирания информации.

Рассмотренные американские патенты и заявки характеризуются достаточно подробной проработкой технических признаков, многовариантным исполнением с широкими числовыми пределами.

В статье [15] Mark Akselrod и соавторы приводят результаты изучения основных свойств оксида алюминия, легированного углеродом и магнием ( $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C},\text{Mg}$ ), в том числе термолюминесценции (ТЛ), оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) и радиолюминесценции (РЛ), чтобы определить потенциал этого материала для применения в радиационной дозиметрии.



Ниже приведены сведения о некоторых патентах рассматриваемого автора.

В патенте США 6414324 описан способ обработки детектора ультрафиолетового (УФ) излучения (от 320 до 280 нм) для ТЛ или ОСЛ методов с предварительной подготовкой материала (оксид алюминия) путем использования фотопереданной люминесценции. Задачей изобретения является создание способа измерения дозы УФ излучения, поглощенной в течение времени от нескольких минут до нескольких дней с почти линейным ответом на полное УФ облучение. Дозиметр должен быть способным к измерению дозы УФ облучения в воздухе или в воде. Кроме того, должна быть обеспечена возможность измерений с использованием ТЛ и ОСЛ методов при использовании всех преимуществ материала в виде  $\alpha$ -оксида алюминия, допированного углеродом. Способ подготовки люминесцентного материала для обнаружения ультрафиолетового излучения с использованием фотопереданной люминесценции в анионо-дефектном оксиде алюминия с мелкими и глубокими ловушками, включающий шаги (операции):

- (а) облучение детектора дозой ионизирующего излучения, достаточной, чтобы заполнить мелкие и глубокие ловушки носителями заряда;
  - (b) нагревание детектора до температуры, которая выше первого значения температуры, но ниже второго значения температуры, чтобы выпустить носители заряда из мелких ловушек;
  - (с) охлаждение детектора до окружающей температуры;
- после чего, когда люминесцентный материал подвергается ультрафиолетовому облучению, носители заряда будут выпущены из глубоких ловушек и повторно пойманы в мелких ловушках, так что тепловым или оптическим возбуждением будет проведено измерение повторно пойманных в ловушку носителей заряда.

В патенте США 5892234 предложен двухрежимный метод определения неизвестной поглощенной дозы радиации. Главной проблемой в ОСЛ дозиметрии является использование лазера высокой интенсивности для стимуляции образца люминесцентного материала по сравнению с очень низкой интенсивностью люминесценции, которая должна быть обнаружена. Задачей этого изобретения является создание метода, обеспечивающего быстрой измерение с высокой чувствительностью в широком динамическом диапазоне радиационных доз. Материал детектора – оксид алюминия. Используется импульсное возбуждающее облучение ультрафиолетового или видимого диапазона (250–800 нм) с длительностью импульса от 1 до 500 миллисекунд. Частота повторения импульсов до 20 кГц. Эмиссия люминесценции из

дозиметрических ловушек измеряется с задержкой по окончании импульса облучения. Используются образцы материала, имеющие время жизни центров люминесценции по крайней мере 15.mu.s и обладающие вызванной радиацией поглотительной способностью. Импульсное облучение действует в течение времени, которое по крайней мере в 10 раз меньше указанного времени жизни центров люминесценции, длина волны указанного облучения находится в пределах диапазона длин волн вызванной радиацией поглотительной способности, плотность потока фотонов этого облучения является недостаточной для нагрева люминесцентного материала выше температуры теплового подавления центров люминесценции или теплового освобождения дозиметрических ловушек (не приводя к термолюминесценции материала).

В описании к патенту США 5962857 отмечается, что в известных ОСЛ методах используется только один период возбуждения, причем длина периода возбуждения, длина периода задержки (между возбуждением и измерением) и длина периода измерения значительно (на порядок) больше, чем время жизни быстрой ОСЛ эмиссии материала. Предложенное изобретение по патенту 5962857 охватывает измерение ОСЛ материала, имеющего относительно долговечную "быструю" люминесценцию (микросекунды – десятки миллисекунд). ОСЛ стимулируется использованием непрерывного потока коротких (то есть меньших, чем быстрая целая жизнь люминесценции) импульсов лазерного света. Интегрированный ОСЛ измеряется только между импульсами в пределах их потока, с определенной задержкой после каждого импульса возбуждения. Ключевой элемент – выбор ширины лазерного импульса, которая значительно меньше чем времени жизни быстрой ОСЛ эмиссии материала. Достигается высокая производительность и быстрота измерения радиационной дозы в широком динамическом диапазоне, с большим отношением сигнала к шуму.

В патенте США 6936830 решается задача создания системы и метода для того, чтобы получить измерения радиационной дозы ОСЛ оперативно, а также в процессе облучения дозиметра, в частности, во время осуществления процедур радиотерапии. Используется монокристалл  $Al_2O_3$ . В режиме реального времени используется непрерывная последовательность периодических индивидуальных измерений ОСЛ. Поэтому предыдущие считывания ОСЛ уменьшают пойманную в ловушку концентрацию зарядов таким образом, что любое считывание ОСЛ больше не непосредственно пропорционально полной поглощенной дозе. Этот эффект должен быть принят во внимание, интерпретируя ОСЛ, считываемую в любой момент времени.

Задачей изобретения по патенту США 6316782 является обнаружение в широком динамическом диапазоне радиационных доз (1mGy – 100Gy) нестандартного, неправильного облучения люминесцентного образца (детектора), носимого человеком. Например, детектор, при ношении его в кармане, мог быть заслонен монетой, скрепкой и т.д. или мог облучаться с перерывами или детектор мог быть поднесен к источнику излучения без человека для получения повышенной дозы. Рассматриваемым патентом защищен способ отображения радиационного поля для определения пространственного распределения дозы в люминесцентном детекторе, содержащий следующие операции:

(a) облучение детектора через абсорбирующий фильтр, таким образом создавая сохраненный образец дозы в пределах детектора,

(a1) абсорбирующий фильтр, имеет области с высокой и низкой абсорбцией радиации,

(a2) которые формируют пространственное периодическое изображение (pattern);

(b) возбуждение по крайней мере минимальной эмиссии люминесценции от детектора, выявляющей картину дозы указанного изображения (pattern);

(c) анализ вышеупомянутой эмиссии люминесценции, чтобы сделать оценку пространственного распределения дозы. Запатентована конструкция датчика, включающая детектор и фильтр, представляющий собой образец с периодическим распределением областей с пониженным коэффициентом поглощения. Запатентована и система для отображения радиационной области.

В патенте США 7098470 отмечается, что ТЛД и ОСЛ способы измерения поглощенной дозы имеют высокую чувствительность и широкий динамический диапазон, но считывание является разрушительным для хранящейся в детекторе информации. Задачей изобретения является обеспечить метод радиационной дозиметрии, которая требует низких лазерных энергий для того, чтобы восстановить скрытую информацию, обеспечить радиационные измерения дозы при чрезвычайно высоких температурах, обеспечить долгое время хранения информации и многократность циклов считывания. Способ измерения дозы атомной радиации включает следующие операции:

(a) облучение атомной радиацией, чтобы сформировать освещенный люминесцентный материал;

(b) возбуждение освещенного люминесцентного материала источником света;

(с) обнаружение флуоресцентного света, испускаемого возбужденным люминесцентным материалом, чтобы определить количество флуоресцентной эмиссии, вызванной шагом (а);

(d) определение дозы атомной радиации от количества флуоресцентной эмиссии по данным калибровки, люминесцентный материал, включает: у основного материала, включающего  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , первый допант, включающий Mg, и второй допант, включающий C, люминесцентный материал содержит по крайней мере один тип кислородного дефекта вакансии.

Упомянутый источник света может иметь длину волны 290–380 нм (335 нм) или 635 нм. Флуоресцентная эмиссия имеет длину волны 650–900 нм с пиком приблизительно 750 нм. Предложен способ стирания дозиметрической информации. Также предложен способ получения изображения подвергнутой радиации области, включающий операции:

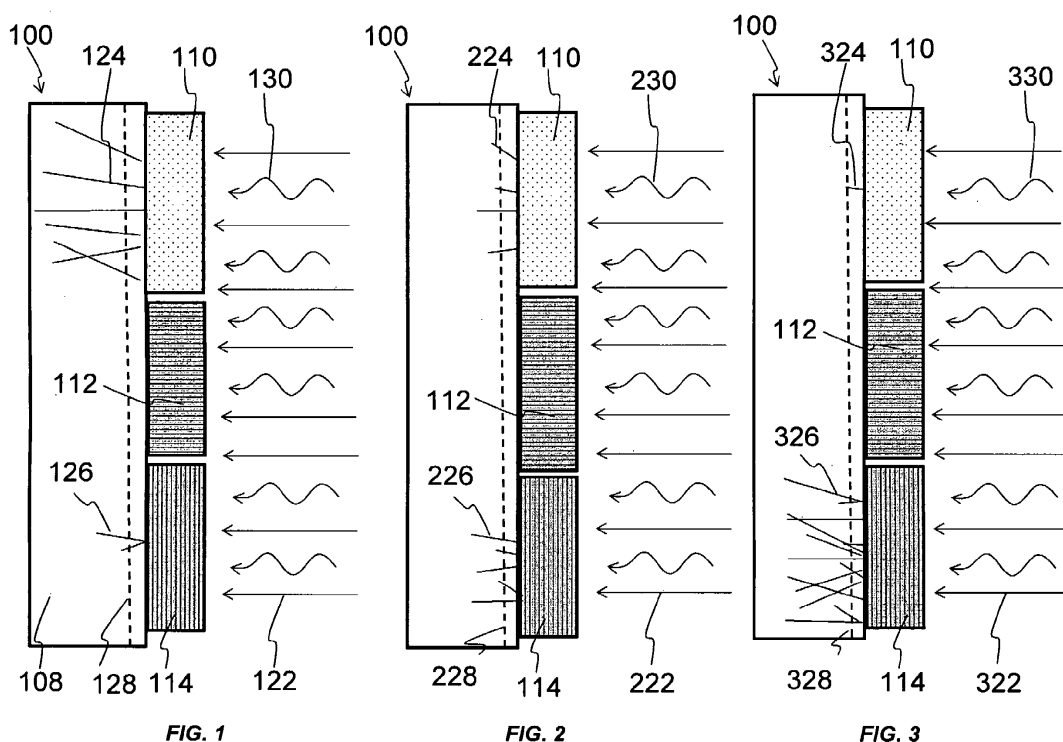
Патент США 7141804 защищает способ и систему для измерения пространственного распределения флуоресценции от возбужденного радиохромного люминесцентного материала в виде  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Mg}$ , C и для обработки сигнала пространственного распределения флуоресценции, чтобы таким образом обнаружить следы одной или более тяжелых заряженных частиц, которыми был облучен люминесцентный материал. Обеспечивается также измерение пространственного распределения флуоресценции от взволнованного радиохромного люминесцентного материала, который был облучен горячими частицами (hot particle) радиоактивного материала. Производится обнаружение тепловых и быстрых нейтроны и определение параметров тяжелых заряженных частиц.

Система включает люминесцентный материал; один или более нейтронных конвертеров; источник света для возбуждения люминесцентного материала; средства для измерения пространственного распределения флуоресценции от возбужденного люминесцентного материала; средства для того, чтобы произвести один или более высокие пространственные изображения следов тяжелых заряженных частиц, основанные на пространственном распределении флуоресценции. Используется радиохромный люминесцентный материал. Когда нейтронный конвертер (конвертеры) подвержен нейтронной радиации, он производит тяжелые заряженные частицы, которые облучают люминесцентный материал.

В заявке США 20100102249 идет речь об измерении нейтронов и тяжелых заряженных частиц. Имеющиеся средства являются очень чувствительными к нейтронам, но громоздкими и экологически

нестабильными. Предложенные в заявке технические решения основаны на учете большого количества дозиметрических параметров и анализе пространственного распределения измеренной дозы.

Предложенный дозиметр 100 (см. ниже фиг.9, FIG.1÷FIG.3) включает радиационно чувствительный датчик 108, выполненный из люминесцентного материала, покрытого тремя различными конвертерами: содержащий водород пластмассовый конвертер 110, пластмассовый конвертер «не содержащий водорода» 112 и содержащий литий конвертер 114. FIG.1 изображает результат облучения нейтронами 122, имеющими энергию приблизительно 7 MeV, производящими заряженные частицы 124 и 126 в глубине слоя 128. На FIG.1 дозиметр 100 также экспонирован дозой фотонов 130, смешанных с нейтронами 122. FIG.2 изображает результат облучения нейтронами 222 с энергией приблизительно 1 MeV, производящих заряженные частицы 224 и 226 в глубине слоя отображения 228. На FIG.2 дозиметр 100 также подвержен дозе фотонов 230, смешанных с нейтронами 222. FIG.3 изображает результат облучения нейтронами 322 с энергией приблизительно 60 кэВ (низкая энергия), производящих заряженные частицы 324 и 326 в глубине отображения 328. На FIG.3 дозиметр 100 также подвержен действию дозы фотонов 330, смешанных с нейтронами 322. На FIG.3 частицы 326 заметно превышают среднюю глубину проникновения.



Фиг.9

В патенте США 6846434 описан прозрачный кристаллический материал на основе оксида алюминия для оптического хранения данных, получаемый методом Czochralski. Материал включает первый допант (магний), второй допант (углерод), и кислородные дефекты (вакансии), может включать третий допант (водород). Запатентованы составы таких материалов с разным количеством допантов, концентраций и видов дефектов типа F, с глубокими ловушками (deep traps of charge). Спектры поглощения 420, 230, 255 нм, спектры эмиссии 330, 435, 520, 750 нм. Приведены способы получения, блок-схемы установок, 14 примеров. Материал может быть использован в магнитных и оптических дисках, обеспечивает высокую плотность записи информации (более  $10^{11}$  см<sup>-3</sup>), высокую скорость передачи, минимальное время доступа, число циклов работы  $10^6$ , стабильность информационных характеристик.

Патентом США 6811607 защищен способ получения материала для оптического хранения данных на основе оксида алюминия с магнием, углеродом, водородом и множеством дефектов по крайней мере одного типа. Способ включает допирование и кристаллизацию. Кристаллизация проводится при разных парциальных давлениях кислорода ( $10^{-3}$ ,  $10^{-15}$ ,  $10^{-20}$  атм), при температурах, например, 2010-2090 град.С, при различных скоростях вращения и перемещения выращиваемого кристалла. Материал имеет свойства, указанные в патенте 6846434.

Патент США 6950382 защищает способ: люминесцентная запись информации на носитель данных и стирание информации отжигом при температуре 600-700 град.С. Материал носителя данных может включать как монокристалл оксида алюминия, так и оксид алюминия с допантами (магний, углерод), может иметь разные спектры поглощения (335, 630, 435 нм) и спектры эмиссии (соответственно, 750 и 520 нм). Задачей изобретения является создание носителей данных, способных заменить обычные носители данных (магнитные диски, CD-ROM, DVD, и т.д.). Например, фотополимеры были исследованы для использования в однобитовом или голографическом хранении данных. Однако, фотополимеры показывают сильное размерное сжатие. Кроме того, самые фоточувствительные полимеры могут использоваться только при однократной записи и многократном чтении. Однажды записанные флуоресцентные фотополимеры показывают сильное сокращение флуоресцентных сигналов неоднократном чтении. Дополнительной проблемой с большинством фотополимеров, так же как для фотопреломляющих кристаллов, другого потенциального материала для объемной однобитовой

регистрации, является потребность использования пикового лазера Ti-сапфир, чтобы достигнуть эффективного поглощения с двумя фотонами. Этот тип лазера является большим, дорогим и подходящим только для лабораторной демонстрации.

Изобретение предлагает метод хранения данных, использующий в качестве материала оксид алюминия, который способен обеспечить запись-чтение до 100 Mbit в секунду. Обеспечивается параллельная обработка на носителе данных для увеличения скорости записи-чтения. Плотность хранения данных ограничена только пределом дифракции оптических компонентов. Обеспечивается возможность многоуровневого хранения данных вследствие зависимости флуоресцентного ответа от энергии лазера. Материал требует низких лазерных энергий для записи и чтения информации, обеспечивает чрезвычайно высокую температуру и стабильность хранения данных, не деградирует после миллионов циклов записи-чтения. Обеспечивается запись информации на люминесцентный носитель данных при использовании поглотительной техники с двумя фотонами и техники фотоионизации, приводящей к удалению электрона от цветного центра в люминесцентном носителе данных и перемещающей электрон в теплоустойчивую ловушку в люминесцентном носителе данных. Предложен аппарат, включающий: люминесцентный носитель данных на основе оксида алюминия и оптический источник для возбуждения люминесцентного носителя данных.

Патент США 7072275 содержит описание способа и устройства для записи информации на люминесцентный носитель данных, включающий оксид алюминия, с оптическим источником, при использовании поглотительной техники с двумя фотонами, и техники фотоионизации, приводящей к удалению электрона от цветного центра в люминесцентном носителе данных и перемещению электрона в теплоустойчивую ловушку в этом люминесцентном носителе данных. Обеспечивается многоуровневая запись и считывание информации при увеличенной емкости запоминающего устройства. Скорость работы до 100 Mbit в секунду.

Патент США 7190649 развивает выше рассмотренные три патента и предлагает установку и способ чтения информации, хранившейся на носителе данных с оксидом алюминия с допантами и кислородными дефектами, путем возбуждения люминесцентного носителя данных оптическим источником, чтобы испустить флуоресцентный сигнал, при этом оптический источник испускает лазерный луч, имеющий длину волны в диапазоне поглотительной группы люминесцентного носителя данных; люминесцентный носитель

данных включает поглотительные спектры в областях 250, 335 и 620 нм, а также эмиссию в области 750 нм. Достижимый технический результат такой же, как в трех вышеуказанных патентах.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Патентные исследования по этапу 2 темы "Конструкции дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах" проведены в соответствии с Государственным стандартом РФ системы разработки и постановки продукции на производство ГОСТ Р 15.011-96 "Патентные исследования. Содержание и порядок проведения".

Проведенные патентные исследования по второму этапу еще раз подтвердили, что дозиметрические устройства для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах активно создаются и используются в последнее время. Разработки ведутся в разных направлениях, обеспечивающих повышение точности измерений и расширение областей использования твердотельных дозиметров.

В дополнение к результатам поиска, проведенного по первому этапу патентных исследований, выявлено, что организации, занимающиеся разработками в области исследуемых дозиметрических устройств, создали следующее количество новых технических решений:

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина (ранее - УГТУ-УПИ) (Russia) — шесть изобретений;

Закрытое акционерное общество "Интра" (Russia) — одно изобретение;

ГУП "Ангарский электролизный химический комбинат" (Russia) — одно изобретение;

а также организации других стран:

The Board of Regents for Oklahoma State University (Stillwater, OK, USA) — шесть изобретений;

Toshiba Glass Co., Ltd. (Shizuoka, Japan) и Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (Karlsruhe, Germany) — два изобретения.

Кроме того, выявлены следующие организации:

Landauer, Inc. (Glenwood, IL), с участием в качестве автора Mark Akselrod — четырнадцать изобретений;

Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP) — три изобретения;

The United States of America as represented by the Secretary of the Navy  
(Washington, DC) – два изобретения;

Battelle Memorial Institute (Richland, WA) – два изобретения.

Исполнитель \_\_\_\_\_

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

УТВЕРЖДАЮ:

профессор, д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_  
И.А. Вайнштейн  
10.01.2012г.

### **ЗАДАНИЕ № 2**

на проведение патентных исследований

**Наименование работы (темы):** конструкции дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах; области использования – персональная накопительная дозиметрия, клиническая дозиметрия, космическое пространство.

**Этап 1.** Проведение патентных исследований

Сроки выполнения: 10.01 – \_\_.\_\_.2012г.

**Задачи патентных исследований:**

Патентные исследования проводятся для анализа патентно-технической ситуации в области поиска.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Виды патентных исследований</b>	<b>Подразделения- исполнители (соисполнители)</b>	<b>Ответственные исполнители (Ф.И.О.)</b>	<b>Сроки выполнения патентных исследований. (начало, окончание).</b>	<b>Отчетные документы</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Поиск патентной информации и анализ патентно- технической ситуации	НОЦ УрФУ _____	_____	10.01 – _____.____.2012	Отчет о патентных исследованиях Этап 2

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА № 1**

«10» января 2012 г.

**Наименование работы (темы):** "Конструкции дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах". Области использования – персональная накопительная дозиметрия, клиническая дозиметрия, космическое пространство.

**Номер и дата утверждения задания:** № 2, 10 января 2012 года.

**Этап 2.** Проведение патентных исследований по теме.

**Цель поиска информации:** анализ патентно-технической ситуации в области поиска.

#### **Обоснование регламента поиска:**

Предмет поиска – конструкции дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах. Области использования – персональная накопительная дозиметрия, клиническая дозиметрия, космическое пространство. Поиск проводится по официальным источникам патентной информации в отношении патентов и заявок на изобретения, представленных в патентных базах ФГУ ФИПС Роспатента, патентного ведомства США и Google с использованием терминологии области поиска, с учетом рубрик международной патентной классификации (Восьмая редакция МПК). Глубина поиска 2 года (дополнительно к Регламенту поиска № 1 от 30.09.2010).

**Начало поиска** – 10.01.2012г., **окончание поиска** – \_\_.\_\_.2012г.

Предмет поиска (объект исследования, его составные части).	Страна поиска	Источники информации, по которым будет проводиться поиск				Ретроспек- тивность	Наименование информационной базы (фонда)
		Патентные		НТИ			
		Наименование	Классификационные рубрики: МПК (МКИ), МКПО, НКИ и др.	Наименование	Рубрики УДК и другие		
1	2	3	4	5	6	7	8
Конструкции дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах	Россия США	WEB-сайты патентных ведомств	МПК(8): G01N1/10 G01N1/11 G01N21/62 G01N21/63 G01N21/71 G01N 23/00 G01N 23/02		621-383 621.315.592-4	2 года дополнитель- но к Регламенту поиска №1 от 30.09.2010	Патентные фонды Роспатента (ФИПС), патентного ведомства США. Поисковая система Google.

Исполнитель \_\_\_\_\_

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **ОТЧЕТ О ПОИСКЕ**

**В1.** Поиск проведен в соответствии с Заданием № 2 от 10.01.2012, утвержденным руководителем работ, 1 и Регламентом поиска № 2 от 10.01.2012.

**В2.** Этап 2. Проведение патентных исследований по конструкциям дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах. Области использования – персональная накопительная дозиметрия, клиническая дозиметрия, космическое пространство.

Цель поиска информации: анализ патентно-технической ситуации в области поиска.

**В3.** Начало поиска: 10.01.2012г. Окончание поиска \_\_.\_\_.2012г.

**В4.** Сведения о выполнении регламента поиска:

Поиск проведен в соответствии с Регламентом № 2 от 10.01.2012г. Всего в ходе поиска просмотрено около 300 патентных документов, для последующего анализа отобрано 74 документа. Выявлено 39 непатентных документов.

**В.5.** Предложения по дальнейшему проведению поиска и патентных исследований.

Проведение дополнительных исследований для определения уровня техники, а также экспертизы на патентную чистоту результатов работы возможно после создания конкретной конструкции устройства.

## Материалы, отобранные для последующего анализа

## Патентные материалы

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс	Заявитель (патентообладатель), страна Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации	Название изобретения (полезной модели)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования
1	2	3	4	5
Конструкции дозиметрических устройств для оценки поглощенной дозы методами термически и оптически стимулированной люминесценции в твердотельных детекторных материалах	Патент РФ 2435157 G01N21/63	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина" (RU) Заявка 2010119095/28, 11.05.2010 Опубл. 27.11.2011	Способ исследования люминесцентных свойств материала с пространственным микро- или наномасштабным разрешением	Действует
	Патент РФ 2408900 G01T1/11	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кемеровский государственный университет" (КемГУ) (RU) Заявка 2010119095/28, 25.11.2009 Опубл. 10.01.2011	Рабочее вещество для термолюминесцентного детектора ионизирующего излучения	Действует



Патент РФ 2378666 G01T1/11	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный технический университет-УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU) Заявка 2008146275/28, 24.11.2008 Опубл. 10.01.2010	Устройство для определения поглощенной дозы бета-излучения в термолюминесцентном детекторе на основе анионо-дефектного монокристалла оксида алюминия	Действует
Патент РФ 2378665 G01T1/11	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный технический университет-УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU) Заявка 2008146275/28, 24.11.2008 Опубл. 10.01.2010	Способ определения поглощенной дозы бета-излучения в термолюминесцентном детекторе на основе анионо-дефектного монокристалла оксида алюминия	Действует
Патент РФ 2282212 G01T1/11	ГОУ ВПО Уральский государственный технический университет-УПИ (RU) Заявка 2005113665/28, 04.05.2005 Опубл. 20.08.2006	Рабочее вещество для термоэлектронной дозиметрии гамма- и электронного излучения	Не действует
Патент РФ 2229145 G01T1/10	ГОУ ВПО Уральский государственный технический университет-УПИ (RU) Заявка 2003103250/282003103250/28, 03.02.2003 Опубл. 20.05.2004	Способ обработки вещества твердотельного детектора ионизирующих излучений на основе оксида алюминия	Не действует

Патент РФ 2197004 G01T1/11	Закрытое акционерное общество "ИНТРА" Заявка 2001106225/28, 12.03.2001 Опубл. 20.01.2003	Термолюминесцентный дозиметр	Действует
Патент РФ 2168716 G01N21/64	Инофирма КОРНИНГ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US) Заявка 97118328/28, 27.05.1999 Опубл. 20.05.2000	Сенсор и дозиметр для ультрафиолетового излучения и фотолюминесцентное стекло для их изготовления	Не действует
Патент РФ 2149426 G01T1/11 C09K11/61	Московское государственное предприятие - объединенный эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды (Мос. НПО "Радон") Заявка 99112219/28, 16.10.1997 Опубл. 10.06.2001	Способ получения термолюминесцентного детектора ионизирующих излучений на основе фтористого лития	Действует
Патент РФ 1836643 G01T1/11	В.Г.Кронгауз, Е.Г.Морозов, В.И.Зарембо и И.Х.Шавер Заявка 5003423, 04.10.1991 Опубл. 23.08.1993	Люминесцентный дозиметр для индивидуальной дозиметрии ионизирующего излучения	Не действует
Патент РФ на полезную модель 111688 G01T1/11	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU) Заявка 2011123822/28, 10.06.2011 Опубл. 20.12.2011	Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений	Действует

А.с. СССР 1795738 G01N21/62	Научно-исследовательский институт прикладной физики при Иркутском государственном университете Заявка 4795038/25, 27.02.1990 Опубл. 27.09.1995	Люминесцентный способ определения концентрации центров свечения в кислород- и фторсодержащих кристаллах	Не действует
А.с. СССР 1568747 G01T1/10	Томский государственный университет им. В.В.Куйбышева Заявка 4287356/25, 29.07.1987 Опубл. 10.05.2007	Материал для люминесцентного детектора гамма-излучения	Не действует
А.с. СССР 1403809 G01T1/11	Иркутский государственный университет им.А.А.Жданова, Всесоюзный научно-исследовательский институт синтеза минерального сырья Заявка 4074188/25, 21.02.1986 Опубл. 27.03.1994	Рабочее вещество для термолюминесцентного дозиметра	Не действует
А.с. СССР 843559 G01T1/10	Томский политехнический институт им.С.М.Кирова Заявка 2885860/25, 22.02.1980 Опубл. 10.02.2000	Способ дозиметрии импульсных ионизирующих излучений	Не действует
Заявка РФ 2010118787 G01N21/63	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU) Заявка 2010118787/28, 11.05.2010 Опубл.20.11.2011	Устройство для исследования люминесцентных свойств материала с пространственным микро- или наномасштабным разрешением (варианты)	

Заявка РФ 2006130967 H01L33/00	РВЕ СПЭЙС СОЛАР ПАУЭР ГМБХ (DE) Заявл. 2006130967/28, 26.01.2005 Опубл. 10.03.2008 Конвенционный приоритет: 29.01.2004 DE 102004004765.0 EP 2005/000759 (26.01.2005) WO 2005/073485 (11.08.2005)	Полупроводниковая структура, имеющая активные зоны	
Заявка РФ 2001108327 G01T1/11	Кемеровский государственный университет Заявка 2001108327/28, 27.03.2001 Опубл. 10.05.2003	Способ регистрации ионизирующего излучения с использованием алмаза	Не действует
Заявка РФ 99114187 G01T1/11	ГУП "Ангарский электролизный химический комбинат" (АЭХК) Заявка 99114187/28 29.06.1999 Опубл. 27.01.1995	Термолюминесцентный дозиметр	Не действует
Заявка РФ 94046407 G01N23/02	Джерсан Эстаблишмент (LI) Заявка 94046407/25 02.12.1994 Опубл. 20.10.1996	Способ и устройство для обнаружения алмазов в образце горной породы	Не действует
Заявка РФ 94032296 C04B35/583 C04B35/5833 C04B35/5835	Обнинское научно- производственное предприятие "Технология" Заявка 94032296/33 07.09.1994 Опубл. 20.07.1996	Способ получения керамического изделия на основе нитрида бора	Не действует
Заявка РФ 93002630 G01T1/29	Антипов В.Н., Шакс А.И., Гимадова Н.М., Антипов Ю.Н. Заявка 93002630/25 13.01.1993 Опубл. 27.01.1995	Способ измерения поглощенных и эквивалентных доз ионизирующего излучения с термолюминесцентных детекторов радиоактивности	Не действует
Заявка РФ 92015380 G01T1/10	Ляпидевский В.К. Заявка 92015380/25 29.12.1992 Опубл. 27.01.1995	Люминесцентный детектор	Не действует

Патент США 7902495 G01T1/10 G01T1/00	Schlumberger Technology Corporation (Sugar Land, TX) Заявлено December 29, 2007 Опубл. March 8, 20	Method and apparatus for radiation detection in a high temperature environment	
Патент США 7855375 G01T1/11	The Regents Of The University Of Michigan (Ann Arbor, MI) Заявлено December 22, 2008 Опубл. December 21, 2010	Integrative and real-time radiation measurement methods and systems	
Патент США 7781747 H05B33/00	Dept. of Homeland Security (Washington, DC) Заявлено August 29, 2008 Опубл. August 24, 2010	Very thin dosimeter filters and low profile dosimeter incorporating the same	
Патент США 7592609 H05B33/00 G01T1/10	Korea Atomic Energy Research Institute (Daejeon-si, KR) Korea Hydro & Nuclear Power Co. Ltd. (Seoul, KR) Заявлено April 26, 2007 Опубл. September 22, 2009	Thermoluminescent dosimeter for radiation monitoring, comprising LiF doped with Mg, Cu, and Si, and fabrication method thereof	
Патент США 7425705 G01T1/11	The United States of America as represented by the Secretary of the Army (Washington, DC) Заявлено November 18, 2005 Опубл. September 2, 2008	Thermoluminescent reader system	
Патент США 7420187 H05B33/00	The United States of America as represented by the United States Department of Energy (Washington, DC) Заявлено December 20, 2004 Опубл. September 16, 2008	Citizen's dosimeter	
Патент США 7279724 H01L29/24 H01L33/00	Philips Lumileds Lighting Company, LLC (San Jose, CA) Заявлено February 25, 2004 Опубл. October 9, 2007	Ceramic substrate for a light emitting diode where the substrate incorporates ESD protection	
Патент США 7190649 G11B7/00	Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено August 5, 2003 Опубл. March 13, 2007	Bit-wise optical data storage utilizing aluminum oxide single crystal medium	(Akselrod M.S.)

Патент США 7141804 G01J1/58	Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено November 19, 2004 Опублик. November 28, 2006	Detection of neutrons and heavy charged particles	(Akselrod M.S.)
Патент США 7098470 G01N23/04	Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено February 2, 2004 Опублик. August 29, 2006	Method for non-destructive measuring of radiation dose	(Akselrod M.S.)
Патент США 7072275 G11B7/24 G11B7/00	Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено April 22, 2003 Опублик. July 4, 2006	Optical single-bit recording and fluorescent readout utilizing aluminum oxide single crystals	(Akselrod M.S.)
Патент США 7002163 G01T1/10	The Board of Regents for Oklahoma State University (Stillwater, OK) Заявлено May 24, 2004 Опублик. February 21, 2006	Optically stimulated luminescence radiation dosimetry method to determine integrated doses and dose rates and a method to extend the upper limit of measureable absorbed radiation doses during irradiation	
Патент США 6950382 C30B15/04 C30B15/02 C30B15/00 G11B007/00	Inventors: Akselrod; Mark S. (Stillwater, OK), Akselrod; Anna E. (Stillwater, OK) Заявлено June 9, 2003 Опублик. September 27, 2005	Method for thermally erasing information stored in an aluminum oxide data storage medium	(Akselrod M.S.)
Патент США 6936830 G01T1/10 G01T1/02 G01T1/105 G21H 3/00 G21H3/02 F21V9/16 F21V9/00 G01J1/00 G01J1/58 H05B33/00 H05B033/00 F21V009/16 G01J001/58 G01T001/10 G21H003/02	The Board of Regents for Oklahoma State University (Stillwater, OK) Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено May 24, 2004 Опублик. August 30, 2005 WO2004106972	Optically stimulated luminescence radiation dosimetry method to determine dose rates during radiotherapy procedures	(Akselrod M.S.)
Патент США 6846434 C30B15/04 C30B15/02 C30B15/00 C09K011/64	Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено December 4, 2002 Опублик. January 25, 2005	Aluminum oxide material for optical data storage	(Akselrod M.S.)
Патент США 6811607 C30B15/00 C30B015/02	Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено December 4, 2002 Опублик. November 2, 2004	Method for forming aluminum oxide material used in optical data storage	(Akselrod M.S.)

Патент США 6696103 C04B41/86 C04B41/89 C04B41/50 C04B41/45C04B41/87 C04B41/52 H01L21/02 H01L23/12 H01L 1/48 C04B35/581 H01L23/15 B05D005/00	Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP) Заявлено July 22, 1999 Опубл. February 24, 2004	Aluminium nitride ceramics and method for preparing the same	
Патент США 6414324 G01J1/00 G01J1/58 G01J005/00 G01J001/58	The Board of Regents for Oklahoma State University (Stillwater, OK) Заявлено May 11, 1999 Опубл. July 2, 2002	Method of preparing detection materials for use in UV detection using phototransferred thermoluminescence	(Akselrod M.S.)
Патент США 6316782 G01T1/02 G01T1/10 G03B042/02	The Board of Regents for Oklahoma State University (Stillwater, OK) Заявлено June 9, 1999 Опубл. November 13, 2001 WO9966344 JP2002518685 EP1004037 DE69916402 CA2297088 AU742334	System and method for the detection of abnormal radiation exposures using pulsed optically stimulated luminescence	(Akselrod M.S.)
Патент США 6198108 G01T1/11 G01T1/02 G01T1/10 G01T001/02	Landauer, Inc. (Glenwood, IL) Заявлено April 16, 1998 Опубл. March 6, 2001	Dosimeter device and method of producing same	
Патент США 6087666 G01T1/115 G01T1/06 G01T1/02; G01T1/10 G01T1/105 G01T001/06 G01T001/10	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy (Washington, DC) Заявлено February 18, 1998 Опубл. July 11, 2000 WO0062092 2000.10.19	Optically stimulated luminescent fiber optic radiation dosimeter	
Патент США 5962857 G01T1/02 G01T1/10 G01T1/105 G01T001/105	The Board of Regents for Oklahoma State University (Stillwater, OK) Заявлено June 20, 1997 Опубл. October 5, 1999	Method for the fast determination of an unknown absorbed dose of radiation with high sensitivity using optically stimulated luminescence	(Akselrod M.S.)

BN

Патент США 5955148 C04B5/581 C04B41/45 C04B41/50 C04B41/86 C04B41/89 C04B41/87 H01L23/15 H01L21/48 H01L23/12 H01L21/02 B05D003/02 B05D003/12	Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP) Заявлено October 27, 1997 Опублик. September 21, 1999	Aluminium nitride ceramics and method for preparing the same	
Патент США 5892234 G01T1/02 G01T1/10 G01T1/105 G01T001/105 G01N021/64	The Board of Regents of Oklahoma State University (Stillwater, OK) Заявлено September 20, 1996 Опублик. April 6, 1999	Method for determining an unknown absorbed dose of radiation using optically stimulated luminescence	(Akselrod M.S.)
Патент США 5811822 G01T1/11 G01T1/02 G01T1/10 G01T001/115 G01T001/105	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy (Washington, DC) Заявлено April 29, 1997 Опублик. September 22, 1998	Optically transparent, optically stimulable glass composites for radiation dosimetry	
Патент США 5776368 C01B35/12 C01B35/00 C09K11/77 C01B035/12 C09K011/63	Osram Sylvania Inc. (Danvers, MA) Заявлено August 22, 1997 Опублик. July 7, 1998	Borate phosphor synthesis using boron nitride	
Патент США 5731590 G01T1/11 G01T1/02; G01T1/10 G01T001/10	Battelle Memorial Institute (Richland, WA) Заявлено September 26, 1996 Опублик. March 24, 1998	Metal oxide composite dosimeter method and material	
Патент США 5677052 C04B35/581 C04B41/45 C04B41/50 C04B41/86 C04B41/89 C04B41/87 C04B41/52 H01L23/15 H01L23/12 H01L21/02 H01L 1/48 C04B035/58 H05K001/03	Sumitomo Electric Industries, Ltd. (Osaka, JP) Заявлено August 15, 1996 Опублик. October 14, 1997	Aluminum nitride ceramics and method for preparing the same	
Патент США 5637875 G01T1/02; G01T1/10 G01T001/10 G01T001/02	Battelle Memorial Institute (Richland, WA) Заявлено July 7, 1995 Опублик. June 10, 1997	Method of enhancing radiation response of radiation detection materials	



Патент США 4922115 G01T1/06; G01T1/10 G01T1/02 H05B033/00 G01J001/58	Toshiba Glass Co., Ltd. (Shizuoka, JP) Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (Karlsruhe, DE) Заявлено June 30, 1988 Опубл. May 1, 1990	Fluorescent glass dosimeter	
Патент США 4880986 G01T1/06; G01T1/10 G01T1/02 H05B033/00 G01J001/58	Toshiba Glass Co., Ltd. (Shizuoka, JP) Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (Karlsruhe, DE) Заявлено September 28, 1988 Опубл. November 14, 1989	System for measuring radiation doses using fluorescent dosemeters	
Патент США 4772796 G01T1/10 G01T1/02 G01J001/58	Etat Francais (Paris Armees, FR) Заявлено February 14, 1986 Опубл. September 20, 1988	Ionizing radiation dosimetric system	
Заявка США 20110168922 G01T1/10 G01T001/10	Landauer, Inc. Glenwood IL Заявлено April 9, 2010 Опубл. July 14, 2011	Portable dosimeter	
Заявка США 20110168919 G01T1/10 G01T001/10	Landauer, Inc. Glenwood IL Заявлено April 9, 2010 Опубл. July 14, 2011	Dosimeter sled	
Заявка США 20110031413 G01T1/10 G01T001/10	Landauer, Inc. Glenwood IL Заявлено October 20, 2010 Опубл. February 10, 2011	Method of luminescent solid state dosimetry of mixed radiations	(Akselrod M.S.)
Заявка США 20100102249 G01J1/58 G01J001/58	Landauer, Inc. Glenwood IL Заявлено October 24, 2008 Опубл. April 29, 2010	Method of luminescent solid state dosimetry of mixed radiations	(Akselrod M.S.)
Заявка США 20100176308 G01T1/10 G01T001/10 G01N21/55 G01N021/55	Landauer, Inc. Glenwood IL Заявлено September 30, 2009 Опубл. July 15, 2010	System and Methods Using Quantum Dots as General Dosimeters	
Заявка США 20060131499 G01T1/11 G01T001/11	Correspondence: AMSAM-L-G-I (Michael K. Gray); US Army Aviation and Missile Command Заявлено December 20, 2004 Опубл. June 22, 2006	Thermoluminescent reader module	

Заявка США 20060131498 G01T1/11 G01T001/11	Correspondence: AMSAM-L-G-I (Michael K. Gray);US Army Aviation and Missile Command Заявлено December 20, 2004 Опублик. June 22, 2006	Thermoluminescent reader system	
Заявка США 20060043314 G01T1/11 G01T001/11	Correspondence: DR. MARK FRIEDMAN LTD.;C/o Bill Polkinghorn Заявлено August 31, 2005 Опублик. March 2, 2006	Thermoluminescence measurements and dosimetry with temperature control of the thermoluminescent element	
Заявка США 20050078591 G11B007/00; G03C005/00	Correspondence: JAGTIANI + GUTTAG Заявлено August 5, 2003 Опублик. April 14, 2005	Bit-wise optical data storage utilizing aluminum oxide single crystal medium	(Akselrod M.S.)
Заявка Германии DE10130612 G01T1/161; G01T1/29D9	Siemens AG [DE] Заявлено DE20011030612 2001.06.26 Опублик. 2002.12.05	Dosimeter with integrated dosing performance measurement has probe coated with storage luminescent material, connected via light conductors to photoreceiver and stimulation light source	
Заявка Кореи KR100419147 G01N23/00	Seoul radiology service Заявлено 2002.10.29 Опублик. 2004.02.04	Thermo-luminescent dosimeter	
Патент Нидерландов NL1001913 G01T1/11 G01T7/00	Univ delft tech [NL] Заявлено 1995.12.15 Опублик. 1997.06.17	Integrating detector for measuring low levels of gamma rays	
Заявка Японии JP2003215245 G01T1/10 G01T1/105	Matsushita electric ind Co Ltd Заявлено JP20020012527 2002.01.22 Опублик. 2003.07.30	Photo-stimulation luminescent dosimeter, measuring apparatus, and measuring method	
Международная заявка WO2012016316 G01J1/38 G01J1/58	Univsade federal de pernambuco [BR] Заявлено PCT/BR2011/000283 Опублик. 2012.02.09 Приоритет BR2010PI03026 2010.08.06	A printable ultraviolet radiation dosimeter	

Международная заявка WO2011086489	Landauer Inc. [US] Заявлено Опубл. 2011.07.21 Приоритет US20100757147 2010.04.09 US20100294142P 2010.01.12 US2011168772 US2011168783 US2011168912	Portable dosimeter	
Международная заявка WO2010064594 C09K11/63; C09K11/64H; G01T1/11	Urushiyama Akio [JP]; Shinsho Kiyomitsu [JP]; Tomizawa Yuji [JP] Заявлено 30.09.2009 Опубл. 10.06.2010 PCT/JP2009/070094 November 30, 2009 Приоритет JP20080306373 2008.12.01 US20110253899 20.10.2011	Thermoluminescent layered product, thermoluminescent plate, method of producing thermoluminescent layered product, method of producing thermoluminescent plate and method of acquiring three- dimensional dose distribution of radiation	
Международная заявка WO2008048921 G01T1/04 G01T1/203 H01L51/00	JP Laboratories Inc. [US] Заявлено PCT/US2007/081369 Опубл 2008.04.24 Приоритет US20060851948P 2006.10.16 US2009224176	A self indicating multi-sensor radiation dosimeter	
Международная заявка WO2006011542 C09K 11/64	Dowa Electronics Materials Co., Ltd. [JP] Заявлено PCT/JP2005/013806 28.07.2005 Опубл 02.02.2006 Приоритет 2004-220630 28.07.2004 JP	Phosphor and method for production thereof, and light source	

Европейская заявка EP1273931 G01T1/105	Commissariat energie atomique (FR) Заявлено EP20020291637 2002.07.01 Опубл 2003.01.08 Приоритет FR20010008736 2001.07.02 US6998632	Radiation sensor with energy compensation and with a large angular opening, for dosimetry at a distance	
---	---	--	--

## Непатентные источники

1. Отчет № 1 о патентных исследованиях по теме «Технические решения для конструкций дозиметрических устройств», Этап 1.
2. Optically Stimulated Luminescence Dosimetry, L. Boetter-Jensen, S.W.S. McKeever, A.G. Wintle, Copyright © 2003 Elsevier B.V., ISBN 13: 978-0-444-50684-9, 374 Pages (Optically stimulated luminescence A brief overview.pdf).
3. Optically stimulated luminescence: A brief overview, S.W.S. McKeever, Radiation Measurements 46 (2011) 1336-1341  
(Optically stimulated luminescence A brief overview.pdf).
4. OPTICALLY STIMULATED LUMINESCENCE: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS, E. G. Yukihiro and S. W. S. McKeever, A John Wiley and Sons Ltd, UK, Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 147, No. 4, pp. 619–622  
(Optically stimulated luminescence - fundamentals and applications.pdf).
5. <http://bse.sci-lib.com/article030892.html>  
(Персональные дозиметры Бельгия.docx).
6. <http://medprom.ru/medprom/27017> (Персональный дозиметр Россия.docx).
7. <http://fizteh.org/departments/fmpk/elaboration>  
(УрФУ\_ФТИ\_ФМПК\_дозиметрический комплексСАПФИР-001.mht)
8. [http://5ka.su/ref/physics/0\\_object93850.html](http://5ka.su/ref/physics/0_object93850.html)  
(нитрид-алюминия.doc).
9. Photostimulated thermoluminescence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Si, Ti) and its application to ultraviolet radiation dosimetry, S K Mehta and S Sengupta, 1978 Phys. Med. Biol. 23 471  
(Photostimulated thermoluminescence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Si, Ti) and its application to ultraviolet radiation dosimetry.mht).
10. Stimulated luminescence of AlN ceramics induced by ultraviolet radiation, Radiation Measurements, L. Trinkler, , a, L. Bøtter-Jensenb, P. Christensenb and B. Berzinaa, Volume 33, Issue 5, October 2001, Pages 731-735  
(Stimulated luminescence of AlN ceramics induced by ultraviolet radiation.mht).
11. Criteria for Personal Dosimetry in Mixed Radiation Fields in Space, Hermann J. Schaefer; Naval aerospace medical research lab, Pensacola Fl, Contract Number NASAORDERT43310G Report Number A620100 16 SEP 1974, 23p.  
(Criteria for Personal Dosimetry in Mixed Radiation Fields in Space.mht)
12. Canadian High-Energy Neutron Spectrometry and Mixed-Radiation Field Studies B.J. Lewis and L.G.I. Bennett B.J. Lewis and L.G.I., M. Smith, M. Zhang and H. M.

Smith, M. Zhang and H. JSC Radiation Detection Workshop Houston, Texas  
Houston, Texas April 6--7, 2006

(Space (i TLD) - Canadian High-Energy Neutron Spectrometry and Mixed-Radiation  
Field Studies.pdf).

13. NUCLEAR EMULSION RECORDINGS OF THE ASTRONAUTS' RADIATION EXPOSURE ON THE FIRST LUNAR LANDING MISSION APOLLO 9 (2006), Schaefer, Hermann J., Sullivan, Jeremiah J.

(NUCLEAR EMULSION RECORDINGS OF THE ASTRONAUTS' RADIATION EXPOSURE ON THE FIRST LUNAR LANDING MISSION APOLLO 9 (2006).mht)

14. Space radiation dosimetry: An optically stimulated luminescence radiation detector for low-Earth orbit by Gaza, Ramona, Ph.D., OKLAHOMA STATE UNIVERSITY, 2004, 177 pages; 3159364

(Space radiation dosimetry An optically stimulated luminescence radiation detector for low-Earth orbit.mht).

15. Thermoluminescence, optically stimulated luminescence and radioluminescence properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C,Mg, M.G. Rodriguez, G. Denis, M.S. Akselrod, T.H. Underwood, E.G. Yukihiro, Radiation Measurements 46 (2011) 1469-1473

(Thermoluminescence, optically stimulated luminescence and radioluminescence properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> C,Mg.pdf).

16. Персональный гамма-нейтронный дозиметр EPD N2 (Персональный гамма-нейтронный дозиметр EPD N2.html).

17. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87

(САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С ИОНИЗИРУЮЩИМИ ИЗЛУЧЕНИЯМИ.html).

18. The development of photo-transferred thermoluminescence (PTTL) technique and its application to the routine re-assessment of absorbed dose in the NRPB automated personal dosimetry system, A.F. McKinlay<sup>a</sup>, D.T. Bartlett and P.A. Smith, Nuclear Instruments and Methods, Volume 175, Issue 1, 1 September 1980, Pages 57-59

(The development of photo-transferred thermoluminescence (PTTL) technique and its application to the routine re-assessment of absorbed dose in the NRPB automated personal dosimetry system.mht).

19. The response of thermally and optically stimulated luminescence from Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C to high-energy heavy charged particles, Gaza R, Yukihiro EG, McKeever SW, Radiat Meas. 2004 Aug-Dec;38(4-6):417-20

(The response of thermally and optically stimulated .mht).

20. Thermo – Dosimetry <http://www.admtech.com.au>  
(Thermo - Dosimetry (i TLD).mht).
21. Thermoluminescent dosimeter [http://www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/RadiationSafety/radiation\\_safety\\_equipment/thermoluminescent.htm](http://www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/RadiationSafety/radiation_safety_equipment/thermoluminescent.htm)  
(Thermoluminescent dosimeter and its advantages.mht)  
Review of retrospective dosimetry techniques for external ionising radiation exposures.pdf
22. Индивидуальная дозиметрия <http://rad-stop.ru/17-individualnaya-dozimetriya>  
(Индивидуальная-дозиметрия-единицы-измерения.mht).
23. Метрологическая поверка дозиметрических приборов <http://betagamma.ru>  
(Метрологич поверка дозиметрич приборов.mht).
24. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИБОРНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ  
ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО И РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В  
СООТВЕТСТВИИ С НРБ-99 И ОСПОРБ-99  
(Обзор приборов дозиметрического и радиометрического контроля НРБ-99 и  
ОСПОРБ-99.mht).
25. An efficient algorithm for computerized deconvolution of thermoluminescent  
glow curves, E. Caselli, J. Marcazzo, C. Furetta, F. Spano, J. Henniger, M. Santiago,  
Radiation Measurements 46 (2011) 1602e1606  
(An efficient algorithm for computerized deconvolution of thermoluminescent glow  
curves.pdf).
26. APPLICABILITY OF THERMOLUMINESCENT DOSIMETERS IN X-RAY  
ORGAN DOSE DETERMINATION AND IN THE DOSIMETRY OF SYSTEMIC  
AND BORON NEUTRON CAPTURE RADIOTHERAPY, Carita Aschan, Helsinki  
1999, Helsingin yliopiston verkkojulkaisut, ISBN 951-45-8686-7 (PDF version)  
(APPLICABILITY OF THERMOLUMINESCENT DOSIMETERS IN X-RAY  
ORGAN DOSE DETERMINATION AND IN THE DOSIMETRY OF SYSTEMIC  
AND BORON NEUTRON CAPTURE RADIOTHERAPY.pdf).
27. Defect centers and thermoluminescence in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Si,Ti, T.K. Gundu Raoa, B.C.  
Bhattb, P.S. Page, Radiation Measurements 43 (2008) 295 – 299  
(Defect centers and thermoluminescence in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Si,Ti.pdf).
28. Development of an energy-binned photon-counting detector for X-ray and gamma-  
ray imaging, Koichi Ogawa, Toru Kobayashi, Futoshi Kaibuki, Tsutomu Yamakawa,  
Tatsuya Nagano, Daisuke Hashimoto, Hideyuki Nagaoka, Nuclear Instruments and  
Methods in Physics Research A 664 (2012) 29–37

(Development of an energy-binned photon-counting detector for X-ray and gamma-ray imaging.pdf).

29. Dosimetry Based on Thermally and Optically Stimulated Luminescence, Niels Agersnap Larsen, Riso National Laboratory, Roskilde, Dissertation submitted June 1997 for Ph.D. Degree at the Niels Bohr Institute, University of Copenhagen, Denmark, January, 1999

(Dosimetry based and thermally and optically simulated luminescence.pdf).

30. ENVIRONMENTAL GAMMA DOSIMETRY WITH OSL OF  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$  FOR IN SITU SEDIMENT MEASUREMENTS, D. Richter<sup>1</sup>, H. Dombrowski, S. Neumaier, P. Guibert and A. C. Zink, Radiation Protection Dosimetry (2010), pp. 1–9 (ENVIRONMENTAL GAMMA DOSIMETRY WITH OSL .pdf).

31. Intercomparison of Personal Dose Equivalent Measurements by Active Personal Dosimeters, Final Report of a joint IAEA-EURADOS Project EURADOS, IAEA, November 2007

(Intercomparison of Personal Dose Equivalent Measurements by Active Personal Dosimeters.pdf).

32. Оптически стимулированная люминесценция кристаллов альфа- $\text{Al}_2\text{O}_3$ , облученных протонами, А.В.Кружалов, И.И.Мильман, Ф.Г.Нешев, И.Г.Ревков, Письма в ЖТФб 2008, том 34, вып.18, стр.83-88

(OSL-kristall-alfa- $\text{Al}_2\text{O}_3$ -obl-proton(Milman).pdf).

33. Phototransferred Thermoluminescence in Anion-Defect  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  Crystals, V. S. Kortov, I. I. Milman, S. V. Nikiforov, E. V. Moiseikin, M. M. Ovchinnikov, Physics of the Solid State, Vol. 46, No. 12, 2004, pp. 2217–2221.

(Phototransferred Thermoluminescence .pdf).

34. REVIEW OF RETROSPECTIVE DOSIMETRY TECHNIQUES FOR EXTERNAL IONISING RADIATION EXPOSURES, E. A. Ainsbury<sup>1</sup>, E. Bakhanova, J. F. Barquinero et al, Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 147, No. 4, pp. 573–592

(Review of retrospective dosimetry techniques for external ionising radiation exposures.pdf).

35. THE EFFECTS OF HIGH AMBIENT RADON ON THERMOLUMINESCENCE DOSIMETRY READINGS, John A. Harvey and Kimberlee J. Kearfott, Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 147, No. 4, pp. 491–497

(The effects of high ambient radon on thermoluminescence dosimetry readings.pdf).

36. Thermoluminescence of aluminum oxide co-doped with terbium and thulium obtained via combustion synthesis, M.E.A. Andrade, W.M. Azevedo, V.S.M. Barros, H.J. Khoury, Radiation Measurements 46 (2011) 1474e1476



(Thermoluminescence of aluminum oxide co-doped with terbium and thulium obtained via combustion synthesis.pdf).

37. Variability characteristics of the HTTL to dosimetry peaks ratio in LiF:Mg,Ti

A. Abraham a,\*, M. Weinstein a, U. German a, Z.B. Alfassi, Radiation Measurements 46 (2011) 1732e1736

(Variability characteristics of the HTTL to dosimetry peaks ratio in LiF Mg,Ti.pdf).

38. ГОСТ Р МЭК 1066-93 Системы дозиметрические термолюминесцентные для индивидуального контроля и мониторинга окружающей среды. Общие технические требования и методы испытаний

(ГОСТ Р МЭК 1066-93 Системы дозим термолюм.pdf).

39. КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ, ОЦЕНКИ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК. Методы и средства регистрации радиоактивного излучения

(Обзор методов и средств оценки дозовых нагрузок.pdf).

Исполнитель \_\_\_\_\_